

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-161425

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl. G11B 21/10  
G11B 21/02

(21)Application number : 07-315671

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 04.12.1995

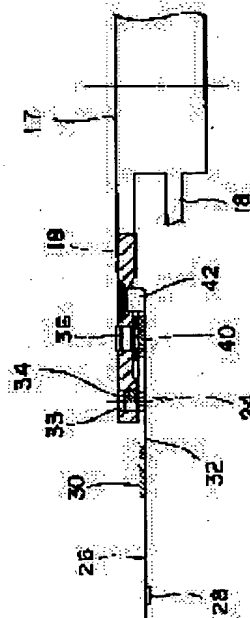
(72)Inventor : KOGANEZAWA SHINJI  
MIZOSHITA YOSHIBUMI

## (54) HEAD ACTUATOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the positioning accuracy of a head.

**SOLUTION:** The head actuator of a magnetic disk device has an actuator arm 18 which is mounted on the base of the magnetic disk device so that it can rotate, a first drive mechanism for rotating the actuator arm 18, and a load beam 26 for supporting a slider which carries a head at its tip part. Further, the head actuator has a leaf spring 32 for elastically connecting the tip part of the actuator arm 18 and the base edge part of the load beam 26 and a second drive mechanism which is constituted of an electromagnetic motor for rocking the load beam 26 for the actuator arm 18.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-161425

(43)公開日 平成9年(1997)6月20日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 21/10		8524-5D	G 1 1 B 21/10	N
21/02	6 0 1	9559-5D	21/02	6 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数33 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平7-315671

(22)出願日 平成7年(1995)12月4日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 小金沢 新治

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 溝下 義文

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 松本 昂

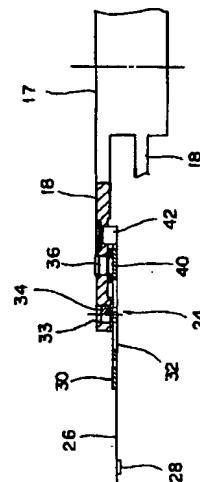
(54)【発明の名称】 ヘッドアクチュエータ

(57)【要約】

【課題】 ヘッドの位置決め精度を向上したヘッドアクチュエータを提供することである。

【解決手段】 磁気ディスク装置のヘッドヘッドアクチュエータであって、磁気ディスク装置のベース上に回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと、アクチュエータアームを回転する第1駆動機構と、先端部でヘッドを担持したスライダを支持するロードビームとを含んでいる。ヘッドアクチュエータは更に、アクチュエータアームの先端部とロードビームの基端部とを弾性的に連結する板ばねと、ロードビームをアクチュエータアームに対して揺動させる電磁モータから構成される第2駆動機構を含んでいる。

第1実施形態側面図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベースを有するディスク装置のヘッドアクチュエータであって、

前記ベース上に回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームを回転する第1駆動手段と；ヘッドを担持したスライダを先端部で支持するロードビームと；前記アクチュエータアームの先端部と前記ロードビームの基端部とを弾性的に連結する連結手段と；前記ロードビームを前記アクチュエータアームに対して揺動させる第2駆動手段と；を具備したことを特徴とするヘッドアクチュエータ。

【請求項2】 前記連結手段は板ばね構造体を具備している請求項1記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項3】 前記板ばね構造体は前記アクチュエータアームに固定された中央部分と、該中央部分から前記ロードビームの長手方向に伸長する第1アームと、前記中央部分から該第1アームと概略直交する方向に伸長する第2アームとを含んでいる請求項2記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項4】 前記第1及び第2アームは前記ロードビームの揺動平面に対して概略直交するように折り曲げられている請求項3記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項5】 前記板ばね構造体はその面が前記ロードビームの揺動平面に対して概略直交するように配置された互いに離間した第1及び第2板ばね部材を含んでいる請求項2記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項6】 前記板ばね構造体はその面が前記ロードビームの揺動平面に対して概略直交するように配置された互いに交差する第1及び第2板ばね部材を含んでいる請求項2記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項7】 前記連結手段は前記ロードビームに固定されたスペーサと、前記スペーサに固定された板ばね構造体とを具備している請求項1記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項8】 前記板ばね構造体は前記アクチュエータアームに固定された中央部分と、該中央部分から前記ロードビームの長手方向に伸長する第1アームと、前記中央部分から該第1アームと概略直交する方向に伸長する第2アームとを含んでいる請求項7記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項9】 前記ロードビームの揺動中心が該ロードビームと前記スライダと前記連結手段とからなる構造体の重心位置に概略一致している請求項1記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項10】 前記第2駆動手段は前記アクチュエータアームの厚さ方向に着磁されて該アクチュエータアームに固定された永久磁石と、該永久磁石とギャップを持って対向するように前記スペーサ上に形成されたコイルとから構成される請求項8記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項11】 前記第2駆動手段は前記スペーサの厚さ方向に着磁されて該スペーサに固定された永久磁石と、該永久磁石とギャップを持って対向するように前記アクチュエータアームに取り付けられたコイルとから構成される請求項7記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項12】 前記第2駆動手段は前記アクチュエータアームに固定されたステータを含んでいる請求項2記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項13】 前記コイルは前記スペーサに取り付けられた前記板ばね上にフォトリソグラフィ技術により形成されている請求項10記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項14】 前記第2駆動手段は前記スペーサの端部に固定されたU形状第1磁性部材と、該第1磁性部材に巻回された一対のコイルと、前記一対のコイルの間に挿入されるように前記アクチュエータアームに固定された第2磁性部材とから構成される請求項7記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項15】 前記第2駆動手段は前記アクチュエータアームに固定されたU形状第1磁性部材と、該第1磁性部材に巻回された一対のコイルと、前記一対のコイルの間に挿入されるように前記スペーサに固定された第2磁性部材とから構成される請求項7記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項16】 前記コイルに接続されたリードパターンが前記第1アーム及び前記第2アームの一方の上に形成されている請求項13記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項17】 前記連結手段は前記アクチュエータアームに固定された第1部分と、前記ロードビームに固定された第2部分と、該第1及び第2部分の間に形成されたヒンジ部分とを含んだスペーサから構成される請求項1記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項18】 前記第2駆動手段は前記アクチュエータアームの厚さ方向に着磁されて該アクチュエータアームに固定された永久磁石と、該永久磁石とギャップを持って対向するように前記スペーサに取り付けられたコイルとから構成される請求項17記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項19】 前記第2駆動手段は前記スペーサの厚さ方向に着磁されて該スペーサに固定された永久磁石と、該永久磁石とギャップを持って対向するように前記アクチュエータアームに取り付けられたコイルとから構成される請求項17記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項20】 前記連結手段は前記アクチュエータに固定された固定部分と、該固定部分と一体的に形成され前記ロードビームに固定された可動部分と、前記固定部分と可動部分との間に形成されたヒンジ部分とを含んだスペーサから構成され、該スペーサは軟磁性体から形成されており、前記固定部分は前記可動部分とギャップを持って対向するように前記ロードビームの長手方向に伸

長する一対のコアを有しており、前記コアにはそれぞれコイルが巻回されている請求項1記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項21】 前記第2駆動手段は前記アクチュエータアームに固定されたステータを含んでいる請求項17記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項22】 ベースを有するディスク装置のヘッドアクチュエータであって、

前記ベース上に回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームを回転する第1駆動手段と；先端部でヘッドを担持したスライダを支持し、前記アクチュエータアームの先端部と弾性的に連結された一体形成された連結部材を有するロードビームと；前記ロードビームを前記アクチュエータアームに対して揺動させる第2駆動手段と；を具備したことを特徴とするヘッドアクチュエータ。

【請求項23】 前記連結部材は前記アクチュエータアームに固定された中央部分と、該中央部分から前記ロードビームの長手方向に伸長する第1アームと、該中央部分から前記第1アームと概略直交する方向に伸長する第2アームとを含んだ板ばねから構成される請求項22記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項24】 前記ロードビームは絶縁膜を介してそれぞれの一端が前記ヘッドに接続された複数本の配線パターンを有している請求項22記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項25】 前記第2駆動手段は前記アクチュエータアームの厚さ方向に着磁されて該アクチュエータアームに固定された永久磁石と、該永久磁石とギャップを持って対向するように前記ロードビーム上に形成されたコイルと、該コイル上に形成されたヨークとから構成される請求項24記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項26】 前記コイル及び前記ヨークはフォトリソグラフィ技術により形成された請求項25記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項27】 前記第2駆動手段は前記ロードビームの厚さ方向に着磁されて該ロードビームに固定された永久磁石と、該永久磁石とギャップを持って対向するように前記アクチュエータアームに取り付けられたコイルとから構成される請求項24記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項28】 前記コイルは前記ロードビームと電気的に導通した中央端子を有している請求項25記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項29】 前記第1及び第2アームは前記ロードビームの揺動平面に対して概略直交するように折り曲げられている請求項23記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項30】 前記ロードビームは絶縁膜を介してそれぞれの一端が前記ヘッドに接続された複数本の配線パターンを有しており、前記第1アーム及び前記第2ア

ームの少なくとも一方の上には前記配線パターンに接続されたリードパターンが形成されている請求項23記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項31】 前記第2駆動手段は前記ロードビームの端部に固定されたU形状第1磁性部材と、前記第1磁性部材に巻回された一対のコイルと、前記一対のコイルの間に挿入されるように前記アクチュエータアームに固定された第2磁性部材とから構成される請求項22記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項32】 前記第2駆動手段は前記アクチュエータアームに固定されたU形状第1磁性部材と、前記第1磁性部材に巻回された一対のコイルと、前記一対のコイルの間に挿入されるように前記ロードビームの端部に固定された第2磁性部材とから構成される請求項22記載のヘッドアクチュエータ。

【請求項33】 前記コイルに接続されたリードパターンが前記第1アーム及び前記第2アームの一方の上に形成されている請求項26記載のヘッドアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置のヘッドアクチュエータに関する。近年、コンピュータ用外部記憶装置の一種である磁気ディスク装置の小型化、薄型化が進んでおり、更に低消費電力化が求められている。また、磁気ディスク装置の高密度記録化が要求されている。

【0002】磁気ディスク装置の高密度記録化のためには、磁気ディスクの単位長さ当たりのトラックの数を大きくすること、即ちトラックの幅を狭くすることが不可欠である。

【0003】狭いトラックに磁気ヘッドを位置決めしなければならないため、ヘッドの位置決め精度を向上する必要がある。ヘッドの位置決め精度の向上のために必要なことは、以下の通りである。

【0004】(1) サーボトラックライト時のスライダ残留振動等の振動を抑えること。

(2) スピンドルモータの振動を低減すること。

(3) ヘッド位置決め時のヘッドアクチュエータの振動を抑えること。

【0005】(4) サーボゲインを上げてサーボ帯域を向上させること。

上記(3)のヘッドアクチュエータの振動を抑えるには、軸受剛性起因の並進モード及びアーム等の構造体の共振周波数を高くすることが有効である。また(3)、(4)の手段として二重アクチュエータは極めて有効な手段である。本発明は特に二重アクチュエータのトラッキングアクチュエータに関する。

【0006】

【従来の技術】一般的な磁気ディスク装置では、アクチュエータアームが回転可能にベースに取り付けられてお

10

20

30

40

50

り、アクチュエータアームの一端にはロードビーム（サスペンション）の基端部が固定されている。ロードビームの先端部には磁気ヘッドを担持したスライダが取り付けられている。

【0007】アクチュエータアームの他端部にはコイルが取り付けられており、磁気ディスク装置のベースに固定された磁気回路とコイルとの組み合わせによりボイスコイルモータを構成する。コイルに通電することによりコイルが力を受け、アクチュエータアームが回転する。

【0008】このような一般的なヘッドアクチュエータ 10 での問題点としては、以下のことが挙げられる。

(a) 一般的な2.5インチ或いは3.5インチ磁気ディスク装置に使用されるヘッドアクチュエータでは、10kHz以下にアクチュエータアームの剛性に起因する共振が表れる。ヨー角の条件や消費電力などを含んださまざまな制約から、大幅にこの共振周波数を高くすることは困難である。

【0009】(b) 軸受剛性に起因するアクチュエータ 20 並進モードの共振周波数も10kHz以下、例えば4kHz～5kHzに表れる。軸受与圧を変化させても剛性はさほど大きくならず、共振周波数を高めることは困難である。

【0010】従来の一般的な磁気ディスク装置では上記した(a)、(b)の共振があるため、サーボ帯域をせいぜい1kHz程度にしか高くすることはできない。このため、追従誤差を十分に圧縮できないので、トラックピッチを向上させることは極めて困難であった。

【0011】そこで、いわゆる二重アクチュエータのトラッキングアクチュエータとして、 piezo素子を利用してヘッドの正確な位置決めを達成しようとするアクチュエータが提案されている。例えば、2つのpiezo素子を 30 アクチュエータアームの両側に配置し、一方の側のpiezo素子が伸びる方向に、他方の側のpiezo素子が縮む方向に電圧を印加する。すると、縮む方向に電圧を印加したpiezo素子方向にヘッドが回転する。

【0012】しかし、piezo素子を利用した従来のアクチュエータでは、piezo素子にその分極方向と逆方向の電圧が印加されたり、piezo素子が高温雰囲気さらされたり、或いは経時変化等により、piezo素子の消極が 40 起こり、単位電圧あたりの変位が徐々に小さくなってしまふ。このため、ある程度長時間使用すると所望のストロークが得られなくなるという問題がある。

【0013】さらに、piezo素子の駆動に高い電圧（例えば±30V程度）が必要であるため、高電圧を供給する回路が必要であり、更に駆動電圧によりノイズが信号線に乗ってしまうことが懸念される。

【0014】さらに、piezo素子を利用した従来のアクチュエータは製造性が悪く、コスト高であるという欠点がある。このように数多くの問題点を有しているため、 50 piezo素子を利用したアクチュエータは未だ実用化され

ていない。

【0015】一方、スライダのみを電磁力により微小に移動するヘッドアクチュエータも提案されている。しかし、一般的に電磁力では、サイズが小さくなるにつれて力も小さくなり、可動部の質量を大幅に縮小しない限り、駆動力の発生に大きな電流を必要とすることになる。故に、消費電力の点から考えて、スライダのみを駆動する方法は不利である。

【0016】また、磁気回路の製造も容易でないし、ヘッド素子（トランスデューサ）から1mm程度の場所に磁束発生機構があるため、駆動時の漏洩磁束により信号にノイズが乗ることが懸念される。

【0017】さらに、スライダを移動させる駆動力が磁気吸引力であるため、電流に対して発生する力が線形でなく、広い可動範囲での位置決め制御が容易でないという問題がある。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、従来のヘッドアクチュエータはヘッドの正確な位置決めを達成するのにいろいろな問題を含んでいる。よって、信頼性が高く簡単な構造でヘッドの正確な位置決めを達成できるヘッドアクチュエータが必要とされる。

【0019】よって本発明の目的は、ヘッドの位置決め精度の向上を達成することのできるヘッドアクチュエータを提供することである。本発明の他の目的は、ヘッドの高精度な位置決めを容易に制御可能なヘッドアクチュエータを提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】 本発明によると、ベースを有するディスク装置のヘッドアクチュエータであって、前記ベース上に回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームを回転する第1駆動手段と；ヘッドを担持したスライダを先端部で支持するロードビーム（サスペンション）と；前記アクチュエータアームの先端部と前記ロードビームの基端部とを弾性的に連結する連結手段と；前記ロードビームを前記アクチュエータアームに対して揺動させる第2駆動手段と；を具備したことを特徴とするヘッドアクチュエータが提供される。

【0021】好ましくは、前記連結手段はロードビームに固定されたスペーサと、該スペーサに固定された板ばねとから構成されており、この板ばねはアクチュエータアームに固定された中央部分と、この中央部分からロードビームの長手方向に伸長する第1アームと、中央部分から該第1アームと直交する方向に伸長する第2アームとを含んでいる。

【0022】好ましくは、前記第2駆動手段はアクチュエータアームに固定された永久磁石と、この永久磁石とギャップを持って対向するようにスペーサに取り付けられたコイルとから構成される。コイルをアクチュエータ

アームに取り付け、スペーサに永久磁石を固定するようにしてもよい。

【0023】本発明の他の側面によると、ベースを有するディスク装置のヘッドアクチュエータであって、前記ベース上に回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームを回転する第1駆動手段と；先端部でヘッドを担持したスライダを支持し、前記アクチュエータアームの先端部と弾性的に連結された一体形成された連結部材を有するロードビームと；前記ロードビームを前記アクチュエータアームに対して揺動させる第2駆動手段と；を具備したことを特徴とするヘッドアクチュエータが提供される。

【0024】好ましくは、前記連結部材はアクチュエータアームに固定された中央部分と、該中央部分からロードビームの長手方向に伸長する第1アームと、中央部分から該第1アームと直交する方向に伸長する第2アームとを含んだ板ばねから構成される。ロードビーム上にはそれぞれ一端がヘッドに接続された複数の配線パターンが形成されている。

【0025】

【発明の実施の形態】図1を参照すると、本発明のヘッドアクチュエータを具備した磁気ディスク装置の平面図が示されている。磁気ディスク装置のベース2にはシャフト4が固定されており、シャフト4の周りにはインナーハブモータによって回転される図示しないスピンドルハブが設けられている。

【0026】スピンドルハブには磁気ディスク6と図示しないスペーサが交互に挿入され、ディスククランプ8をスピンドルハブに対してねじ締結することにより、複数枚の磁気ディスク6が所定間隔離間してスピンドルハブに取り付けられる。

【0027】符号10はアクチュエータアームアセンブリ12と磁気回路14とから構成されるロータリーヘッドアクチュエータを示している。アクチュエータアームアセンブリ12はベース2に固定したシャフト16回りにベアリングを介して回転可能に取り付けられたアクチュエータブロック17を含んでいる。

【0028】アクチュエータブロック17には複数のアクチュエータアーム18が一体的に形成されている。回転中心であるシャフト16に対してアクチュエータアーム18と反対側にはコイル支持部材19がアクチュエータブロック17と一体的に形成されている。フラットコイル20がコイル支持部材19により支持されている。磁気回路14は永久磁石22を含んでいる。

【0029】アクチュエータアーム18の先端部にはロードビーム（サスペンション）26の基端部が弾性連結手段24により弾性的に連結されている。ロードビーム26の先端部にはフレクスチャ（ジンバル）27が形成されており、このフレクスチャ27上に図3に示すように磁気ヘッドを担持したスライダ28が取り付けられて

いる。

【0030】図2乃至図4を参照すると、弾性連結手段24はロードビーム26の基端部に固定されたスペーサ30と、スペーサ30にスポット溶接された十字板ばね32とを含んでいる。

【0031】図6（A）に最もよく示されるように、十字板ばね32は中央固定部32aと、中央固定部32aからロードビーム26の長手方向に伸長する一対のアーム32bと、該アーム32bと直交する方向に伸長する一対のアーム32cとを含んでいる。

【0032】十字板ばね32の中央固定部32aとシャフト34とがスポット溶接され、このシャフト34はアクチュエータアーム18の先端部に形成された穴33内に挿入されて接着されている。これにより、ロードビーム26は十字板ばね32及びスペーサ30を介してアクチュエータアーム18に弾性的に取り付けられていることになる。

【0033】図7に示されているように、スペーサ30はその一端部にストッパとして作用する一対の突出部30aを有しており、中央部分には概略十字形状の切り欠き30bが形成されている。切り欠き30bの各頂部にはスリット30cが切り欠き30bに連続して形成されている。

【0034】図8を参照すると十字板ばね32の展開平面図が示されている。十字板ばね32はスペーサ30の切り欠き30bと概略対応する形状の切り欠き33を有している。

【0035】十字板ばね32は各アーム32b及び32cを点線35、37に沿って紙面垂直に折り曲げて形成されている。具体的には、厚さ25 $\mu$ mのステンレス鋼板を所定形状にエッチングして形成したものであり、アーム32b、32cの幅は約0.27mmである。これにより、シャフト34の中心軸回りのばね定数値を約 $1 \times 10^{-2} \text{Nm/rad}$ に設計した。

【0036】十字板ばね32のアーム32b及び32cがシーク方向とその直交方向に伸長していたため、シーク方向及びシーク方向と直交方向の並進モードの共振周波数が高くなる。シャフト34の中心軸回りの回転剛性は低くなるように設計されている。

【0037】図6（A）に最もよく示されるように、十字板ばね部材32上にコイル40が接着等により固定されている。コイル40に対向するようにアクチュエータアーム18に永久磁石36が取り付けられている。

【0038】この磁石36は約0.6mmの厚さを有しており、アクチュエータアーム18の厚さ方向に着磁されている。好ましくは、磁石36は2極に着磁されている。永久磁石36上にはヨーク38が接着されている。

【0039】図9に示されるように、磁石36はアクチュエータアーム18に形成された切り欠き21中に挿入されて接着されている。この固定方法により、3個以上

10

20

30

40

50

のアクチュエータアームを有するヘッドアクチュエータであっても、各磁石を容易にヘッドアクチュエータに固定することができる。この磁石のエネルギー積は3MG Oeである。

【0040】上述したように、スペーサ30の一端には一対の突起30aが形成されており、これらの突起30aの間に多少の隙間を開けてピン42が配置されるように、ピン42がアクチュエータアーム18に突設されている。

【0041】即ち、突起30aがピン42に衝突することによりストッパとして機能する。これにより、アクチュエータの暴走時にスライダがディスクから飛び出したり、スピンドルハブに衝突したりすることを防止している。

【0042】ロードビーム26、スペーサ30及び十字板ばね32とから構成されるロードビームアセンブリの揺動中心はその重心位置に概略合致するように設計されている。

【0043】これにより、ボイスコイルモータにより駆動されるアクチュエータアーム18のシーク加速度やストッパ衝突時の加速度に起因するロードビームアセンブリの回転力をなくすことができる。

【0044】図5を参照すると、アクチュエータアーム18の先端部に2つのスペーサ30及び十字板ばね32を取り付けた場合の断面図が示されている。シャフト34の上下に十字板ばね32をそれぞれ固定し、それぞれのコイル40が磁石36に対向するように十字板ばね32が各スペーサ30に接着されている。

【0045】図5に示した実施形態によると、図10に示すような磁気回路が構成される。各コイル40にそれぞれ通電することにより、それぞれのスペーサ30が矢印A方向に揺動され、ロードビーム26も同一方向に揺動される。

【0046】上述した第1実施形態は磁石36が固定でコイル40が移動する可動コイル型であるが、アクチュエータアーム18にコイルを取り付け、スペーサ30に磁石を取り付けるように構成してもよい。

【0047】この変形例は可動磁石型であり、図11に示すような磁気回路が構成される。コイル40に通電することにより、各スペーサ30が矢印B方向に揺動される。この変形例の場合、コイル40が固定子となるので、コイル40に接続された配線の引き回しが容易である。

【0048】図12を参照すると、可動磁石型の第2実施形態断面図が示されている。アクチュエータアーム18の先端部にコイル40が取り付けられている。上下のスペーサ30a、30bにはそれぞれコイル40に対向するように永久磁石36a、36bが固定されている。

【0049】図13を参照すると、本発明第3実施形態断面図が示されている。本実施形態では、アクチュエー

ータアーム18の先端部近傍に軟磁性部材41が固定されており、この軟磁性部材41の上下面にコイル40a、40bがそれぞれ取り付けられている。

【0050】スペーサ30aの下面にコイル40aに対向するように永久磁石36aが取り付けられており、スペーサ30bの上面にコイル40bに対向するように永久磁石36bが取り付けられている。

【0051】コイル40aに通電すると磁石36aが力を受け、スペーサ30aのみがシャフト34回りに揺動する。一方、コイル40bに通電すると磁石36bが力を受け、スペーサ30bのみがシャフト34回りに揺動する。

【0052】よって本実施形態によると、それぞれロードビーム（サスペンション）を介してスペーサ30a、30bに接続された上下のヘッドスライダをシャフト34の中心軸回りに独立に揺動させることができる。

【0053】第1実施形態について有限要素法によりシミュレーション解析した結果を図14（A）～図14（C）に示す。この解析では、十字板ばね32の剛性のみ着目するため、ロードビーム26のヤング率を高くしている。

【0054】図14（B）及び図14（C）は図14（A）に示したA点への加振力に対するB点の変位を示すシーク方向伝達関数を示している。図14（B）が位相を示しており、図14（C）がコンプライアンスを示している。

【0055】シーク方向伝達関数において、一次共振周波数は約300Hzに見られ、二次共振周波数は約20kHz以上である。従って、本実施形態によると、サーボ帯域を従来のアクチュエータに比べ3～4倍程度高くすることができる。

【0056】一次共振周波数は更に低い方、例えば100Hz程度が望ましい。この場合、十字板ばねを更に薄くするか、アーム32b、32cの長さを長くすることにより達成できる。

【0057】この解析結果からわかるように、第1実施形態によると一次共振周波数を低くすることができる。このように設計すれば、可動部を揺動するのに磁石とコイルから構成される電磁モータの発生力が小さくて済むため、消費電力が小さいという利点がある。

【0058】上述した第1実施形態ではスペーサ30に十字板ばね32をスポット溶接しているが、図15に示すようにスペーサ30'に加工を施して十字板ばね44をスペーサ30'と一体的に形成するようにしてもよい。

【0059】十字板ばね44は中央固定部44aと、中央固定部44からロードビーム26の長手方向に伸長する一対のアーム44bと、アーム44bと直交する方向に伸長する一対のアーム44cとを含んでいる。

【0060】このようなスペーサ30'を採用すること



により、一次共振周波数（十字板ばね44中心軸回りの回転モード）を約20kHz程度と高くした構造とすることが出来る。

【0061】図16を参照すると、本発明第4実施形態平面図が示されている。本実施形態では、コイル40がロードビーム26の揺動中心に対してスライダ28側に取り付けられている。

【0062】この場合、コイル40に対向する位置に磁石及びヨークを移動させる必要がある。この実施形態はロードビームアセンブリの慣性モーメントの削減に有効である。

【0063】十字板ばねに代えて、図17(A)に示すような一对の板ばね46でロードビーム26を支持するようにしてもよい。また、図17(B)に示すように、一对の平行板ばね48でロードビーム28を支持するようにしてもよい。これらの実施形態の場合、電磁モータの可動子であるコイル或いは磁石は板ばね46、48よりもヘッド28側に取り付ける必要がある。

【0064】図17(A)に示した一对の板ばね46に代えて、図18に示すように一枚の板ばね46'を点線に沿って折り曲げることにより第5実施形態の板ばねを形成するようにしてもよい。

【0065】同様に、図17(B)に示す一对の平行板ばね48に代えて、図19(A)に示すような一枚の板ばね48'を点線に沿って図19(B)に示すように折り曲げて、第6実施形態の板ばねを形成するようにしてもよい。

【0066】図20を参照すると、本発明第7実施形態の概略平面図が示されている。この実施形態では、一对のクロスした板ばね50、52でロードビーム26を支持する。

【0067】即ち、図21に示すように板ばね50、52にそれぞれスリット50a、52aを形成し、これらのスリット50a、52a同士を互いに嵌合することにより、板ばね50、52をクロスさせる。この実施形態の場合も、電磁モータの可動子であるコイル或いは磁石は板ばね50、52よりヘッド28側に配置する必要がある。

【0068】図21に示した一对の板ばね50、52に代えて、図22(A)に示すような一枚の板ばね51を点線に沿って図22(B)に示すように折り曲げて、第7実施形態の板ばねを形成するようにしてもよい。

【0069】図22(A)に示すように板ばね51は2つのスリット51a、51bを有している。板ばね51は図22(B)に示す複数の点Sでロードビーム側のスペーサ及びアクチュエータアーム側のスペーサにそれぞれスポット溶接される。

【0070】上述した各実施形態では、各板ばねをステンレス鋼から形成したが、図23に示すような樹脂製板ばね54を採用することも出来る。例えば、固定部53

を囲むように4個のスリット55を形成する。樹脂製板ばね54を使用すれば、ロードビームアセンブリの慣性モーメントを小さくできる。

【0071】図24を参照すると、本発明第8実施形態平面図が示されている。本実施形態では、アクチュエータアーム18に軟磁性部材18aを固定する。そして、スペーサ30を軟磁性体から形成し、スペーサ30と一体的に形成された一对の突起部30bにコイル40a、40bをそれぞれ巻回する。

【0072】本実施形態のように、駆動力を発生する電磁モータは吸引力型でもよい。吸引力型では永久磁石を必要とせず、電磁モータの部品点数を削減することができる。コイル40a、40bに選択的に通電することにより、スペーサ30はシャフト34の中心軸回りに揺動する。

【0073】図25を参照すると、本発明第9実施形態平面図が示されている。本実施形態では、アクチュエータアームにU形状軟磁性部材18bを固定し、コイル40a、40bを軟磁性部材18bに巻回する。そして、スペーサ30の少なくとも先端部30cを軟磁性体から形成して、コイル40a、40bの間に挿入する。

【0074】次に図26乃至図28を参照して、本発明第10実施形態について説明する。図28に最もよく示されるように、スペーサ56は環状突起59の形成された中央固定部58を有している。中央固定部58の周囲にC形状スリット60が形成され、C形状スリット60の対向端部の間にヒンジ部62を画成している。

【0075】スペーサ56はロードビーム26の基端部に固定されている。スペーサ56上には永久磁石64が接着等により固定されている。永久磁石64は二極に着磁されていることが望ましい。符号66は磁石64に対向するようにアクチュエータアーム18に取り付けられた鉄芯入りコイルである。

【0076】アクチュエータアーム18の先端に形成された穴33にスペーサ56の固定部58に形成された突起59を挿入してかしめることにより、アクチュエータアーム18の先端部にロードビームアセンブリが取り付けられる。

【0077】アクチュエータアーム18に取り付けられた鉄芯入りコイル66に通電することにより、ロードビーム26はヒンジ部62回りに揺動する。本実施形態では、板ばねを省略できるため、部品点数及び組み立て工数を削減できるという利点がある。

【0078】図29に示すように、磁石64を揺動中心に対してスライダ28側に配置してもよい。このように構成すれば、加振点と応答点との間が第10実施形態よりも剛に結合されるため、振動的には好ましい。

【0079】図30に示すように、スペーサ68に2つのヒンジ部70、72を形成するようにしてもよい。このように2つのヒンジ部70、72を介してロードビー

10

20

30

40

50

ム26を支持することにより、スペーサ68のねじれ剛性を高くすることが可能となり、振動特性に優れた構造にすることができる。

【0080】図31を参照すると、本発明第13実施形態斜視図が示されている。本実施形態では、スペーサ56の可動部61上にフォトリソグラフィ技術によりコイル74が形成されている。コイル74に対向するようにアクチュエータアーム18には永久磁石が取り付けられる。

【0081】図32を参照すると、本発明第14実施形態の斜視図が示されている。本実施形態ではスペーサ76は軟磁性体から形成されている。スペーサ76の固定部78がアクチュエータアーム18の先端部に固定される。スペーサ76の可動部80がロードビーム26の基端部に固定されている。

【0082】固定部78と可動部80との間には一対のL形状スリット81により画成されたヒンジ部82が設けられている。可動部80の両側には所定の間隙を持って一対のコア84、86が固定部78と一体的に形成されている。コア84、86にはコイル88、89がそれぞれ巻回されている。

【0083】本実施形態のように、駆動力を発生する電磁モータは吸引力型でもよい。吸引力型では、永久磁石を必要とせず電磁モータの部品点数を削減することができる。

【0084】コイル88、89に選択的に通電することにより、ロードビーム26はヒンジ部82を中心に揺動する。ただし、本実施形態は電流に対して発生する力が非線形であり、ロードビーム26の揺動領域を大きく取るのは困難である。

【0085】図33及び図34を参照すると、本発明第15実施形態の平面図、背面側斜視図がそれぞれ示されている。本実施形態は、ロードビーム90と一体的に十字板ばね92を形成したものである。

【0086】十字板ばね92は、第1実施形態と同様に中央固定部92aと、中央固定部92aからロードビーム90の長手方向に伸長する一対のアーム92bと、アーム92bと直交する方向に伸長する一対のアーム92cとを含んでいる。

【0087】ロードビーム90上には薄膜プロセスにより4本の配線パターン94が形成されている。各配線パターン94の一端はスライダ28に取り付けられた磁気ヘッド素子（トランスデューサ）の端子部に接続されている。

【0088】配線パターン94を形成したのと同じのロードビーム90の面上にはフォトリソグラフィ技術によりコイル96が形成されている。そして、図34に示すようにコイル96上には軟磁性体98が接着される。

【0089】この磁性体98はヨークとして作用する。軟磁性体98の厚さは磁気飽和を考慮しても0.1mm

程度で十分である。この実施形態では、部品点数を削減できると共に製造工程を簡略化できる。

【0090】図35を参照すると、第16実施形態の平面図が示されている。この実施形態では、コイル96の中央端子96aとばね部材、即ちロードビーム90とを電氣的に導通させる。これにより、コイル96の中央端子96aと端子100とを接続することができる。

【0091】図33に示した実施形態では、コイル96のパターンを絶縁層を介して2層にする必要があったが、本実施形態ではコイルパターンは1層で済み、コイル96の作成工程が大幅に削減される。

【0092】図36を参照すると、本発明第17実施形態の平面図が示されている。本実施形態では、コイル96上にフォトリソグラフィ技術（成膜技術）により軟磁性体102を直接形成する。

【0093】図37及び図38は本発明第18実施形態の平面図、背面側斜視図をそれぞれ示している。図38に示すように、コイルの代わりにロードビーム90の端部に磁石106を取り付ける。

【0094】好ましくは、磁石106と共にヨークとなる軟磁性体104を配置する。磁石106は2極に着磁されていることが好ましい。この場合は、固定側にコイルが取り付けられることになり、コイルに接続されたリード線の引き回しが容易である。

【0095】図39を参照すると、本発明第19実施形態の平面図が示されている。本実施形態は、図8に示した十字板ばね32上にフォトリソグラフィ技術によりコイル96を形成したものである。コイル96に接続された導体パターン103が板ばね32のアーム32b上に形成されている。

【0096】図40を参照すると、本発明第20実施形態の平面図が示されている。本実施形態では、ロードビーム90上に形成された配線パターン94が十字板ばね92のアーム92c上に伸長しており、コイル96に接続された導体パターン103がアーム92b上に形成されている。そして、十字板ばね92の中央固定部92a上に複数の端子95、105が形成されている。

【0097】図41を参照すると、本発明第21実施形態の平面図が示されている。本実施形態では、ロードビーム90の端部にU形状磁性部材110が固定されており、このU形状磁性部材110にコイル112、114が巻回されている。

【0098】これらのコイル112、114の間にはアクチュエータアーム18に固定された磁性部材18aが挿入されている。本実施形態は、図24に示した第8実施形態と同様に駆動力を発生する電磁モータが吸引力型である。

【0099】

【発明の効果】本発明によると、電磁モータから構成される第2駆動手段のサーボ帯域を従来と比較して飛躍的

に大きくできるため、ヘッドの位置決め精度を著しく向上できるという効果を奏する。また、第2駆動手段の電流一力の関係が線形であるため、広い可動範囲で第2駆動手段の制御が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のヘッドアクチュエータを具備した磁気ディスク装置の平面図である。

【図2】本発明の第1実施形態平面図である。

【図3】第1実施形態の一部断面側面図である。

【図4】第1実施形態の拡大断面図である。

【図5】アクチュエータアームに2つのスペーサを取り付けた場合の拡大断面図である。

【図6】図6(A)はロードビームアセンブリの平面図、図6(B)はその断面図である。

【図7】スペーサの斜視図である。

【図8】十字板ばねの展開平面図である。

【図9】磁石取付部拡大図である。

【図10】可動コイル型の原理図である。

【図11】可動磁石型の原理図である。

【図12】第2実施形態断面図である。

【図13】第3実施形態断面図である。

【図14】A点への加振力に対するB点のシーク方向変位を表す伝達関数を示す図である。

【図15】スペーサの他の実施形態を示す斜視図である。

【図16】本発明第4実施形態平面図である。

【図17】図17(A)は第5実施形態平面図であり、図17(B)は第6実施形態平面図である。

【図18】第5実施形態に採用可能な板ばねの展開図である。

【図19】図19(A)は第6実施形態に採用可能な板ばねの展開図であり、図19(B)はこの板ばねの折り曲げ状態を示す斜視図である。

【図20】第7実施形態平面図である。

【図21】クロス板ばね分解斜視図である。

【図22】図22(A)はクロス板ばねの他の実施形態

を示す展開図であり、図22(B)はこの板ばねの折り曲げ状態を示す斜視図である。

【図23】樹脂製板ばね斜視図である。

【図24】第8実施形態平面図である。

【図25】第9実施形態平面図である。

【図26】本発明第10実施形態平面図である。

【図27】第10実施形態断面図である。

【図28】アクチュエータアームを省略した第10実施形態斜視図である。

10 【図29】第11実施形態の一部破断斜視図である。

【図30】第12実施形態平面図である。

【図31】第13実施形態斜視図である。

【図32】第14実施形態斜視図である。

【図33】第15実施形態平面図である。

【図34】第15実施形態の背面側斜視図である。

【図35】第16実施形態の一部破断平面図である。

【図36】第17実施形態平面図である。

【図37】第18実施形態平面図である。

【図38】第18実施形態の背面側斜視図である。

20 【図39】第19実施形態平面図である。

【図40】第20実施形態平面図である。

【図41】第21実施形態平面図である。

【符号の説明】

10 ヘッドアクチュエータ

12 アクチュエータアームアセンブリ

14 磁気回路

18 アクチュエータアーム

20 コイル

24 弾性連結手段

30 26 ロードビーム

28 スライダ

30 スペーサ

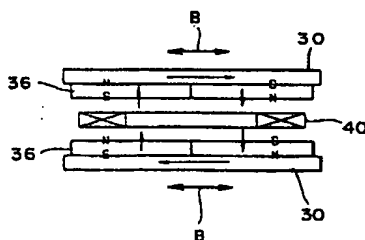
32 十字板ばね

36 磁石

40 コイル

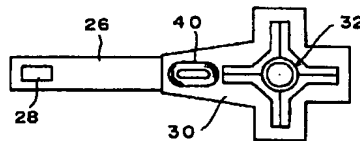
【図11】

可動磁石型原理図



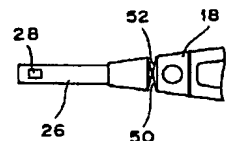
【図16】

第4実施形態平面図



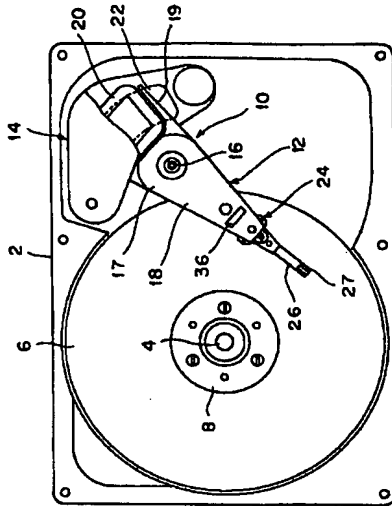
【図20】

第7実施形態平面図



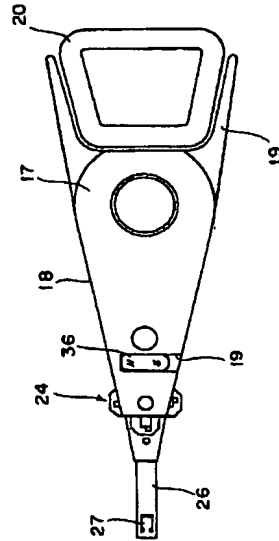
【図1】

磁気ディスク装置平面図



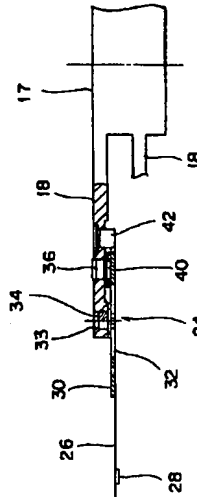
【図2】

第1実施形態平面図



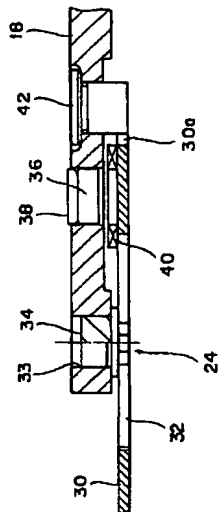
【図3】

第1実施形態側面図



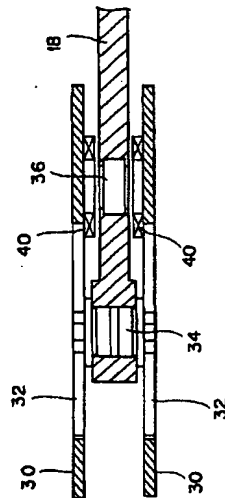
【図4】

拡大断面図



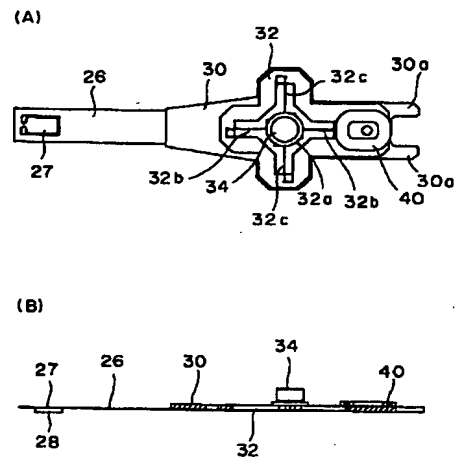
【図5】

二つのスペーサを取り付けた場合の拡大断面図



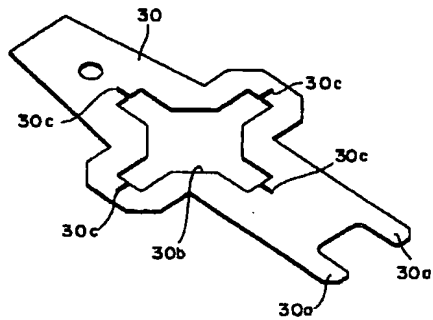
【図6】

ロードビームアセンブリ



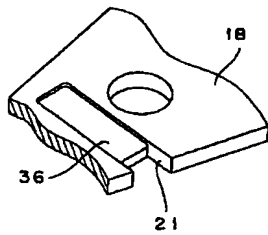
【図7】

スペーサ斜視図



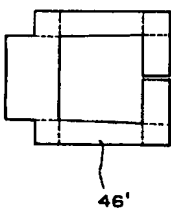
【図9】

磁石取付部拡大図



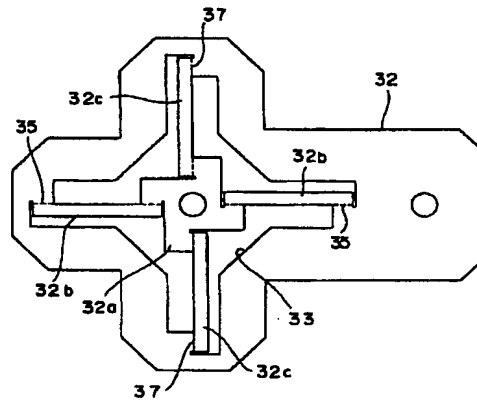
【図18】

第5実施形態の板ばね展開図



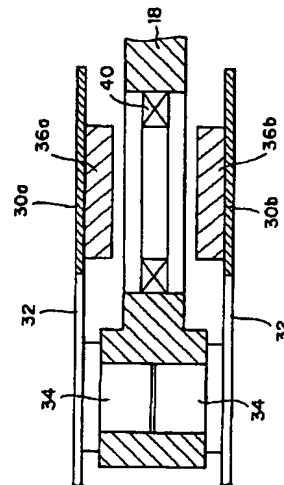
【図8】

十字ばね平面図



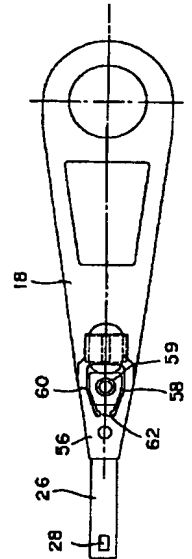
【図12】

第2実施形態断面図



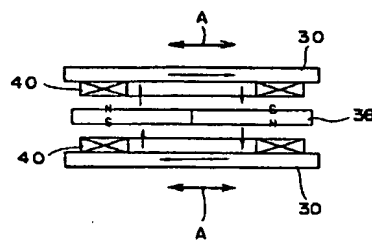
【図26】

第10実施形態平面図

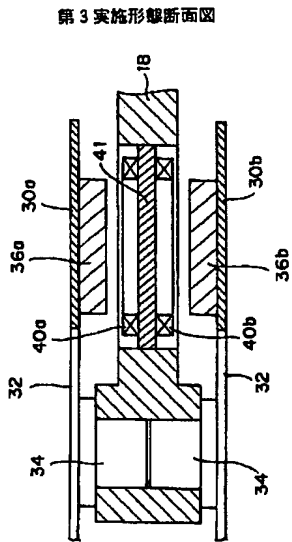


【図10】

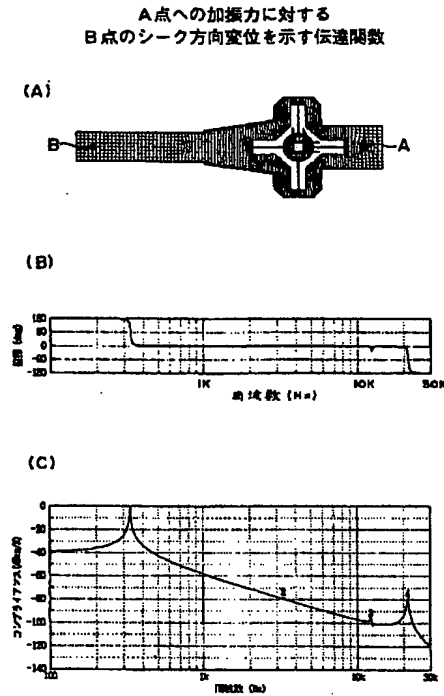
可動コイル型原理図



【図13】

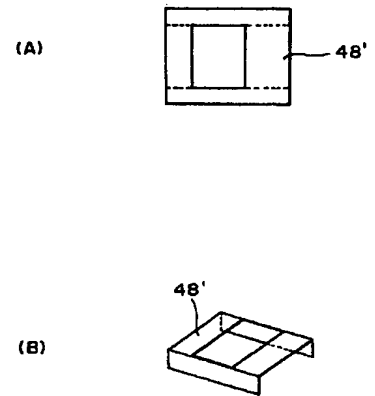


【図14】



【図19】

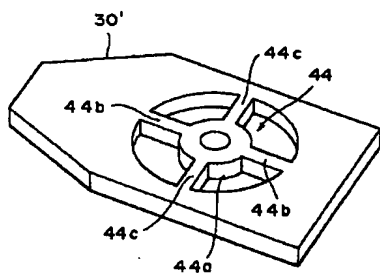
第6実施形態の板ばね



【図21】

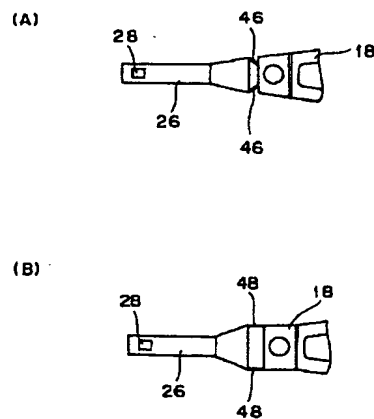
【図15】

スパーサの他の実施形態

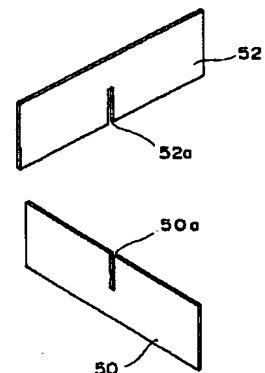


【図17】

第5及び第6実施形態平面図

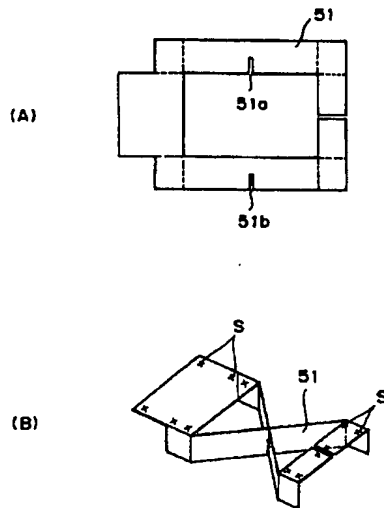


クロス板ばね分解斜視図



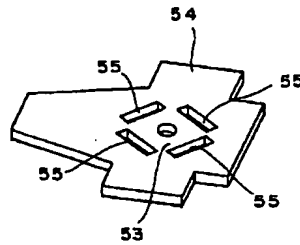
【図22】

クロス板ばねの他の実施形態



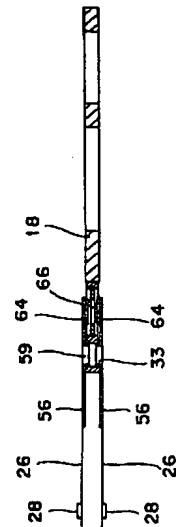
【図23】

樹脂製板ばね



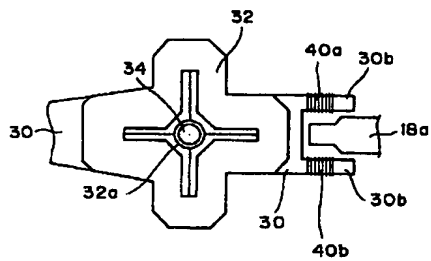
【図27】

第10実施形態断面図



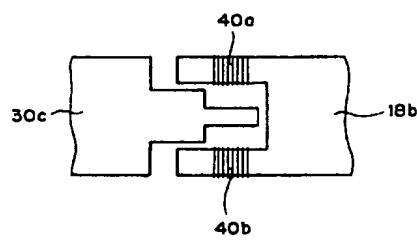
【図24】

第8実施形態平面図



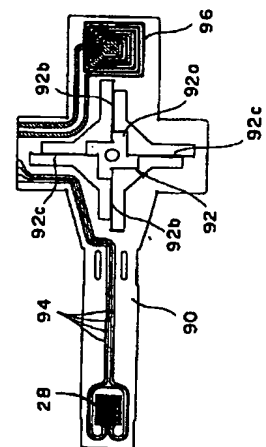
【図25】

第9実施形態平面図



【図33】

第15実施形態平面図



【図28】

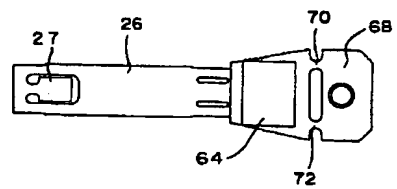
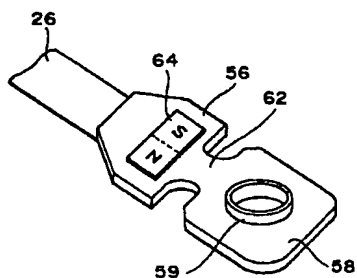
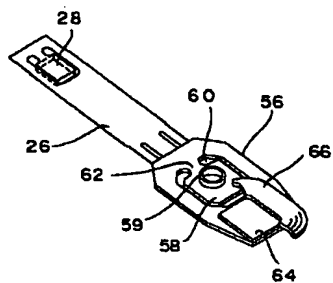
【図29】

【図30】

アームを省略した第10実施形態斜視図

第11実施形態斜視図

第12実施形態平面図

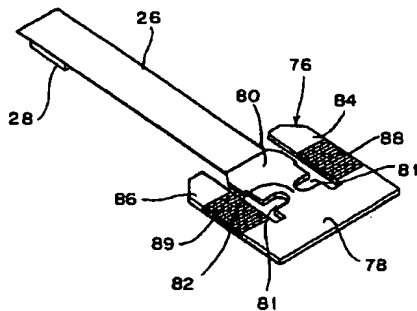
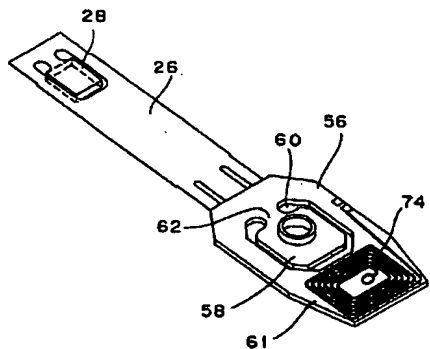


【図31】

【図32】

第13実施形態斜視図

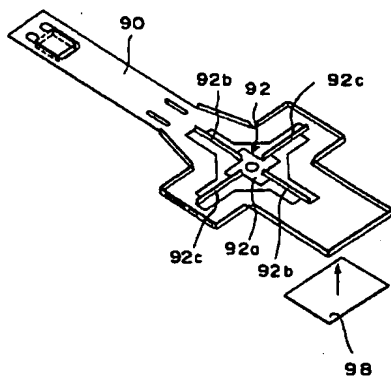
第14実施形態斜視図





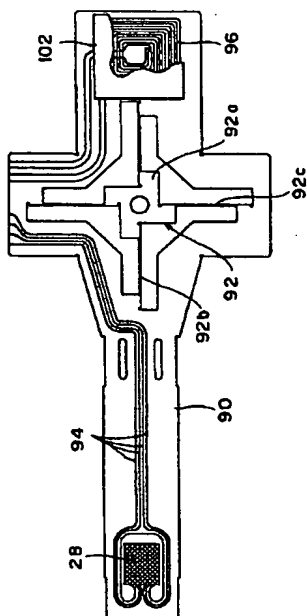
【図34】

第15 実施形態の背面側斜視図



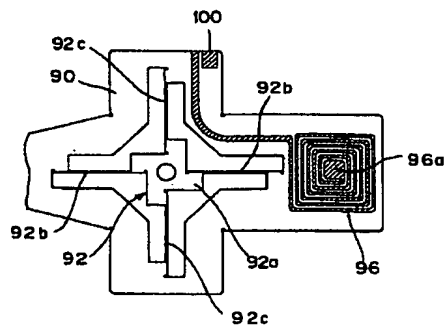
【図36】

第17 実施形態平面図



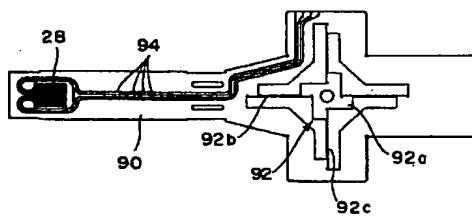
【図35】

第16 実施形態



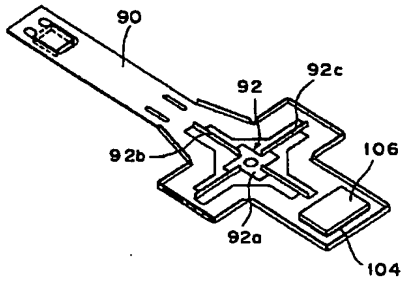
【図37】

第18 実施形態平面図



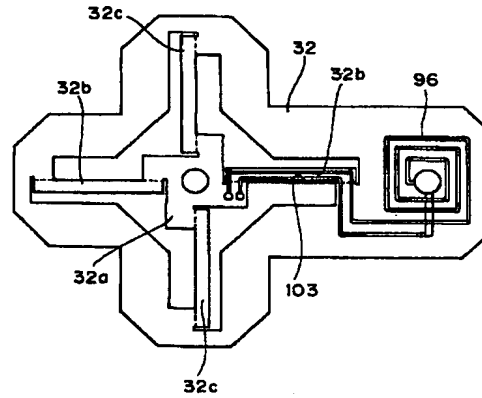
【図38】

第18実施形態の背面側斜視図



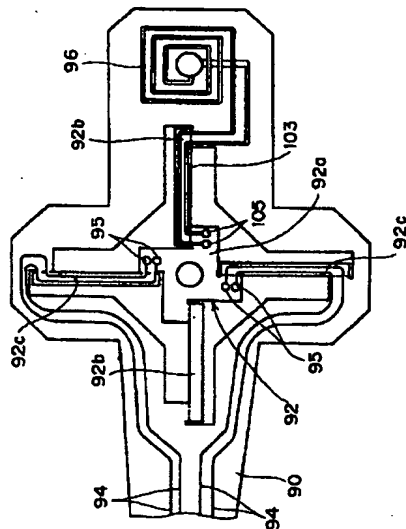
【図39】

第19実施形態平面図



【図40】

第20実施形態平面図



【図41】

第21実施形態平面図

